

16. Caso 6: Limpieza de Torre de Ciclones

16.1. Introducción al caso.

16.1.1. Aspectos técnicos.

Los ciclones están situados en una conducción de gases y tienen como finalidad el decantar el polvo contenido en la corriente de aire que lo atraviesa. Consisten en un cilindro prolongado en su parte inferior por un cono. El aire (aspirado por el ventilador) con material penetra tangencialmente en el cilindro por la parte superior y, por el efecto de rotación, las partículas de polvo o material se centrifugan y decantan. Al mismo tiempo el aire sufre una expansión, por lo que pierde velocidad y las partículas en suspensión caen por la acción de la gravedad. Sólo las partículas finas salen por el tubo de inmersión.

La eficacia de un ciclón (94-96%) depende de la velocidad radial de las partículas que a su vez depende principalmente de la velocidad tangencial y del radio de las partículas.



Figura 16. 1. Torre de ciclones

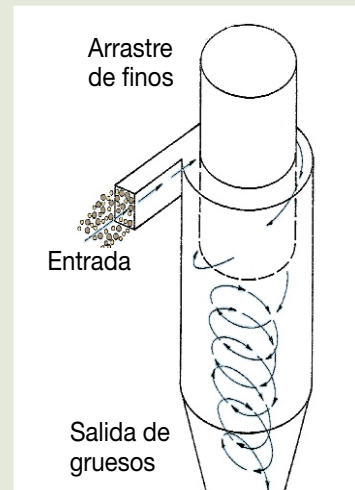


Figura 16. 2. Detalle de un ciclón

Las averías más frecuentes que se suelen producir en los ciclones son:

- Atascos (cono, clapetas de descarga).
- Pegaduras interiores.
- Desgaste de chapas.
- Entradas de aire.
- Caída de recubrimientos interiores.

Para que se produzca un clínker de calidad es de vital importancia que el proceso, desde que el material entra en la torre de ciclones hasta que sale de la misma para entrar en el horno, se realice de forma correcta. Los accidentes que se producen en esta etapa tan relevante del proceso de fabricación del cemento son de elevada gravedad. Por ello se ha incluido este caso dedicado a la limpieza y des-emoce de los ciclones de la torre.

La figura 16.3 muestra la posible salida de material fino a muy alta temperatura (hasta 800 °C). Dicho material fluye como el agua, se desplaza a gran velocidad y puede introducirse en cualquier parte, lo que puede producir graves quemaduras a los trabajadores.

Cortes – Seccionamiento:



Figura 16. 3. Posible salida de material caliente



Figura 16. 4. Trabajos con equipos de alta presión

Para la realización de las tareas de limpieza y desemboce de los ciclones de la torre se suele trabajar con equipos de limpieza a alta presión (lanza de agua –200 a 400 bar de utilización-). La figura 16. 4 muestra uno de estos equipos. Al trabajar a unas presiones tan elevadas existe el riesgo para los trabajadores de recibir cortes o sufrir seccionamientos.

Los trabajos que se realizan son:

- Limpieza de ciclones: Se realiza diariamente, en algunas instalaciones varias veces al día. Puede ser realizado por personal propio o contratado.
- Eliminación de atascos: Se realiza cuando se produce un emboce de los ciclones de la torre. Por lo general esta tarea la realizan empresas contratadas especializadas en este tipo de trabajos.



Figura 16. 3. Posible salida de material caliente



Figura 16. 4. Trabajos con equipos de alta presión

16.1.2. Consecuencias para la salud.

Los accidentes relacionados con la limpieza y desembocce de los ciclones de la torre se caracterizan por su importante gravedad ya que las tareas se realizan a elevada temperatura, con el riesgo de que el material caliente salga del ciclón y entre en contacto con los trabajadores.

Las patologías que padecen los trabajadores, así como las partes del cuerpo afectadas, como consecuencia de los accidentes relacionados con la limpieza y desembocce de los ciclones de la torre son:

PATOLOGÍAS	PARTES DEL CUERPO AFECTADAS
Fracturas Golpes Cortes Quemaduras Fallecimiento	Cráneo Cara y Cuello Región lumbar Extremidades Tórax y espalda Órganos internos Huesos

La variabilidad de las patologías padecidas por los trabajadores como consecuencia de estos accidentes influye directamente en la duración de las bajas.



16.1.3. Marco social.

El personal que realiza la limpieza y desembocce de los ciclones de la torre es conocedor de las medidas de seguridad así como de los procedimientos de trabajo y está muy concienciado en que la seguridad es prioritaria.

En algunas fábricas las tareas de limpieza diaria de los ciclones de la torre son realizadas por el personal propio. Sin embargo, en todas las instalaciones el desembocce de ciclones lo realiza personal contratado especializado.

16.1.4. Marco jurídico.

Los trabajos que se llevan a cabo durante la limpieza diaria y el desembocce de los ciclones de la torre se caracterizan por ser muy específicos y se han de realizar sin el menor descuido. Desde el punto de vista legal requieren el cumplimiento de numerosos Reales Decretos.

LE AFECTAN PRINCIPALMENTE

- Ley 31 / 1995
- RD 39/1997
- RD 604/2006
- RD 485/1997

16.2. Riesgos teóricos asociados al caso.

Tanto los trabajadores propios como los contratados se encuentran sometidos a una serie de riesgos cuando van a realizar labores de limpieza o desemboce de los ciclones de la torre. Dichos riesgos se citan a continuación:

- Golpes/cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Contactos térmicos
- Agentes físicos (polvo)

16.3. Alternativas y ejemplos de Buenas Prácticas.

16.3.1. Alternativas planteadas.

Para la realización de los trabajos de limpieza de los ciclones de la torre existen tres alternativas posibles.

▲ Prevenir atascos

Los atascos que mejor se eliminan son los que no se producen. Para evitar esta situación es muy importante realizar una buena conducción del horno desde la sala de control.

Asimismo, se pueden instalar en los ciclones unos cañones que disparen aire a muy alta presión. La misión de estos cañones es prevenir la formación de pequeñas pegaduras que si no se eliminan pueden dar lugar a un emboce del ciclón. Estos cañones se disparan de manera automática o pueden dispararse de manera manual desde la sala de control.



Figura 16. 5. Cañones de aire

▲ Limpieza tradicional (aire – agua)

La limpieza tradicional se realiza de manera manual con sistemas de aire o agua a muy alta presión.

Este sistema se aplica diariamente (una o varias veces al día dependiendo de la fábrica) para realizar una limpieza preventiva de las pequeñas pegaduras que no han podido eliminarse con los cañones de aire.

La limpieza tradicional también se aplica cuando se ha producido un emboce del ciclón. Para realizarla se introduce el extremo de una lanza por un registro del ciclón. Una vez dentro se expulsa por ella un fluido (aire o agua) cuya misión es romper la pegadura formada y así eliminar el emboce.



Figura 16. 6. Limpieza tradicional con aire - agua

▲ Cardox

Sistema muy novedoso que comienza a aplicarse en las fábricas de cemento para eliminar los atascos producidos en los ciclones de la torre. El Cardox consiste en la introducción de una carga explosiva (o de CO₂) en el interior del ciclón. Dicha carga se hace detonar para conseguir romper el emboce.



Figura 16. 7. Sistema Cardox

La tabla siguiente refleja las ventajas e inconvenientes de aplicar la limpieza tradicional o el sistema Cardox.

Tabla 16. 1. Ventajas e inconvenientes de los sistemas de limpieza.

Alternativa	Ventajas	Inconveniente
Limpieza tradicional	Procedimiento de trabajo general. Personal propio o contratado adecuadamente instruido en los procedimientos de trabajo.	Menos efectivo.
Cardox	Muy efectivo Personal muy cualificado entrenado por la empresa Cardox	Requiere preparación previa. Equipo específico. Procedimiento de trabajo específico y complejo. Mayores riesgos.

Puesto que el sistema Cardox está en fase experimental en algunas fábricas y en otras no se aplica, el procedimiento que se explica a continuación se refiere a la limpieza tradicional con lanza de aire o agua. En futuras revisiones de la Guía de Buenas Prácticas, cuando el sistema Cardox se haya implantado, se expondrá el procedimiento para la realización de la limpieza mediante este sistema.

El procedimiento de trabajo para la realización de la limpieza y desemboce de los ciclones de la torre con los métodos tradicionales de sistemas de alta presión consta de tres puntos:

▲ Actuaciones previas

▲ Limpieza del ciclón con lanza de aire o agua

▲ Arranque de la instalación

Durante las actuaciones previas se procederá a:

- Desenergizar los elementos de alimentación de material a la torre. Para ello se emplearán las tarjetas y los candados de seguridad. Asimismo, se anularán todos los cañones de aire.
- Se avisará a todo el personal del atasco del ciclón mediante señalización luminosa y acústica específica de la torre.
- Únicamente podrá acceder a la torre el personal que ejecuta las labores de desatasco o limpieza.
- Se procederá al balizamiento de la zona de trabajo con cadenilla o cinta de balizamiento.
- Se informará al personal de las vías de evacuación en caso de incidencia durante el desatasco.
- Se bloqueará el ascensor en el nivel superior/inferior (cada instalación determinará el nivel en que quiere bloquear el ascensor) señalizando la prohibición de su utilización.
- Se mantendrá la torre en depresión.

Durante las labores de limpieza del ciclón con lanza de aire o agua:

- Se emplearán EPI's ignífugos adicionales (guantes, peto capuchón, cubrebotas ...).
- Los registros, portillas y puertas se mantendrán perfectamente cerradas sin posibilidad de apertura. Únicamente se mantendrá abierto el registro por el que se está realizando la limpieza.
- Las condiciones de aire – agua se mantendrán en perfectas condiciones de uso.
- Se abrirá el aire o agua una vez el extremo de la lanza haya penetrado un metro en el material.
- Se procederá al cierre de los registros inmediatamente después de haber retirado la lanza del ciclón.
- Todos los trabajos se realizarán desde las plataformas instaladas en los correspondientes registros.
- Se actuará bajo las instrucciones dadas por el jefe de fabricación o persona responsable. Dicha persona controlará la zona de trabajo y las anexas para evitar incidencias.

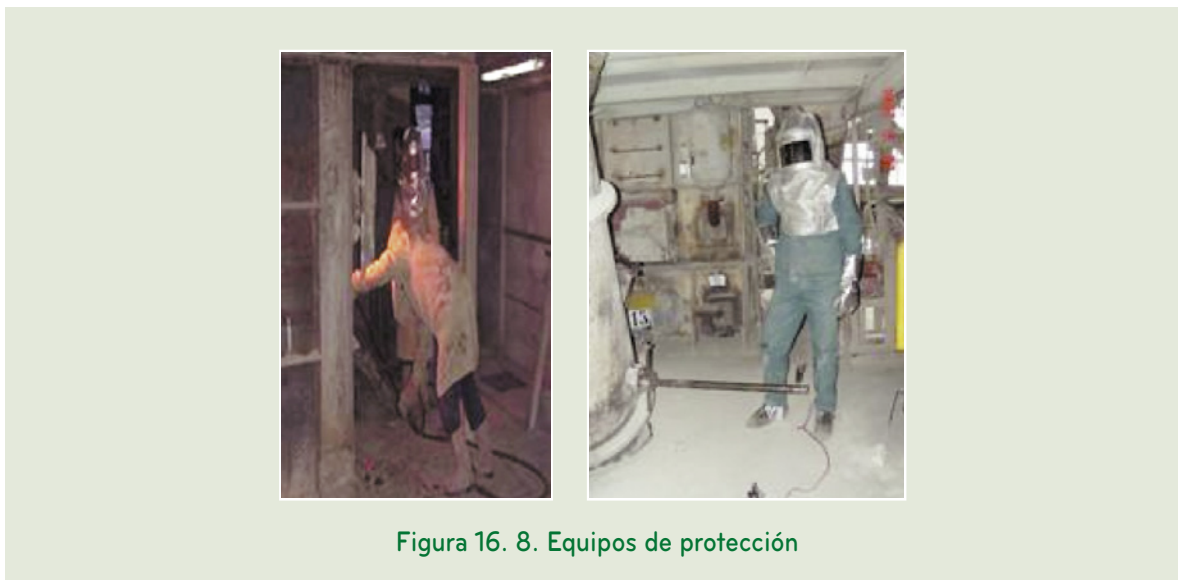
Una vez realizada la limpieza y durante el arranque de la instalación:

- Los trabajadores se asegurarán que no queda material atascado en el interior del ciclón
- Se procederá a la comprobación de que todos los puntos en los que ha rebosado el material del ciclón han sido enfriados con agua abundante y están señalizados.
- Se realizará la comprobación de que todos los registros, portillas y puertas están debidamente cerrados.
- Se retirará el balizamiento de la zona de trabajo.

16.3.2 Ejemplos de Buenas Prácticas

Independientemente que se aplique el sistema Cardox o la limpieza tradicional con sistema de alta presión siempre se han de aplicar los cañones de aire y la buena conducción del horno para prevenir atascos.

Durante las labores de limpieza se emplearán los Equipos de Protección Adecuados (ropa de trabajo ignífuga).



Serán de obligado cumplimiento para todo el personal las normas internas de seguridad de cada fábrica para la limpieza y desatasco de los ciclones de la torre.

Respecto a la obligación de enfriar todos los puntos en los que ha rebosado material, se dispondrá de un extintor para sofocar los posibles incendios.

Únicamente podrá acceder a la zona el personal autorizado que tendrá la obligación de cumplir las instrucciones dadas por el jefe de fabricación.

Se emplearán medios de comunicación, megafonía, emisoras, información y señales luminosas. La limpieza se realizará siempre de abajo hacia arriba. Esto quiere decir que se limpiará primero la parte inferior del ciclón y luego la superior, ya que si se hiciese al revés, no se desharía el atasco.

Para evitar confusiones con las barras calientes y frías se pintarán los soportes de las mismas con los colores rojo (para las calientes) y verde (para las frías).

La limpieza se realizará, al menos, por parejas. Una de las personas realizará los trabajos con la lanza y la otra trabajará con el equipo de alta presión.



Figura 16. 9 Sistemas de señalización

16.3.3. Valoración y seguimiento.

El encargado comprobará que los trabajadores cumplen con el procedimiento de trabajo.

Todo el personal que realice las labores de limpieza y desemoce habrá recibido una formación muy específica para poder llevar a cabo esos trabajos.

Ninguna persona accederá a la zona de limpieza sin autorización. Tampoco se podrá acceder a la zona hasta que el material se haya enfriado completamente.

16.4. Ficha Resumen

Caso 6: Limpieza de Torre de Ciclones

DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

Para que se produzca un clínker de calidad es de vital importancia que el proceso, desde que el material entra en la torre de ciclones hasta que sale de la misma para entrar en el horno, se realice de forma correcta.

Las averías más frecuentes que se suelen producir en los ciclones son:

- Atascos (cono, clapetas de descarga).
- Pegaduras interiores.
- Desgaste de chapas.
- Entradas de aire.
- Caída de recubrimientos interiores.

Para la realización de las tareas de limpieza y desemboce de los ciclones de la torre se suele trabajar con equipos de limpieza a alta presión (lanza de agua -200 a 400 bar de utilización-).

Los trabajos que se realizan son:

- Limpieza de ciclones: se realiza diariamente, en algunas instalaciones varias veces al día. Puede realizarse por personal propio o contratado.
- Eliminación de atascos: se realiza cuando se produce un emboce de los ciclones de la torre. Por lo general esta tarea la realizan empresas contratadas especializadas en este tipo de trabajos.



Trabajos realizados en la limpieza y desemboce de ciclones

EJEMPLO DE BUENAS PRÁCTICAS DE SEGURIDAD Y SALUD

- Independientemente que se aplique el sistema Cardox o la limpieza tradicional con sistema de alta presión siempre se han de aplicar los cañones de aire y la buena conducción del horno para prevenir atascos.
- Durante las labores de limpieza se emplearán los Equipos de Protección Adecuados (ropa de trabajo ignífuga).



Equipos de protección

- Será de obligado cumplimiento para todo el personal las normas internas de seguridad de cada fábrica para la limpieza y desatasco de los ciclones de la torre.
- Obligación de enfriar con agua abundante y señalar todos los puntos en los que ha rebosado material. Se dispondrá de extintor para sofocar las posibles quemaduras
- Únicamente podrá acceder a la zona el personal autorizado que tendrá la obligación de cumplir las instrucciones dadas por el jefe de fabricación.
- Se emplearán medios de comunicación, megafonía, emisoras, información y señales luminosas.
- La limpieza se realizará siempre de abajo hacia arriba. Esto quiere decir que se limpiará primero la parte inferior del ciclón y luego la superior ya que si se hiciese al revés, no se desharía el atasco.
- Para evitar confusiones con las barras calientes y frías se pintarán los soportes de las mismas con los colores rojo y verde (rojo para colocar las barras calientes y verde para colocar las barras frías).
- La limpieza se realizará, al menos, por parejas. Una de las personas realizará los trabajos con la lanza y la otra trabajará con el equipo de alta presión.

16.5. Ficha de Adaptación de Contenidos al Centro de Trabajo

Caso 6: Limpieza de Torre de Ciclones

Nombre de empresa:

Fábrica:

Procedimiento de trabajo en la fábrica

Identificación de los principales riesgos asociados al caso en la fábrica

17. Caso 7: Reparaciones de Hornos y Enfriadores

17.1. Introducción al caso.

17.1.1. Aspectos técnicos.

Una de las reparaciones de mayor envergadura que se efectúan en una fábrica de cemento es la de hornos y enfriadores. La gran mayoría de las paradas realizadas por este tipo de incidencias suele ser programada. Sin embargo, las no previstas pueden implicar enormes riesgos a los que hay que prestar atención.

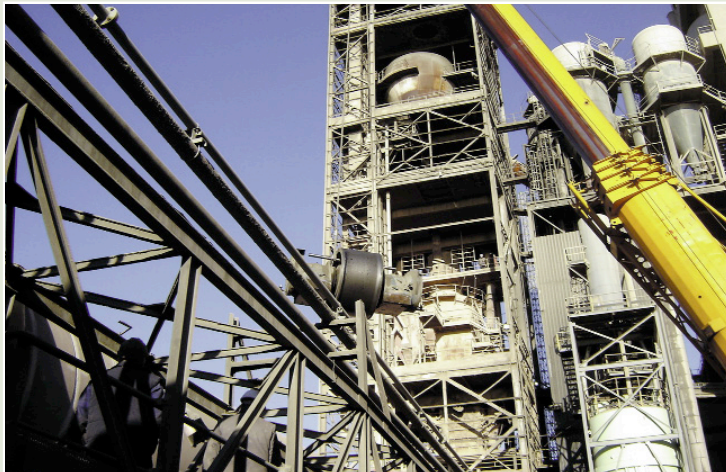


Figura 17. 1. Trabajos no habituales

Los trabajos que se desarrollan suelen caracterizarse por su elevada peligrosidad y por la presencia de numeroso personal contratado. El mayor riesgo reside en los trabajadores no habituales de la empresa, ya que no se encuentran familiarizados con los procedimientos de trabajo ni con el peligro que conlleva realizarlo de manera inadecuada.



Figura 17. 2.
Personal contratado



Figura 17. 3. Temperatura durante el enfriamiento

La temperatura es otro de los parámetros que aumenta la peligrosidad de los trabajos. Ello se debe a que en el proceso de fabricación del cemento los hornos y enfriadores son los elementos que se encuentran a mayor temperatura.

Tras el enfriamiento del horno se pueden comenzar las labores de reparación y mantenimiento. Llegados a este punto se ha de tener muy en cuenta el riesgo de desprendimiento de material adherido a las paredes.



Figura 17. 4. Riesgo de desprendimiento



Figura 17. 5. Empleo inadecuado de EPI's

Todos los trabajadores de las fábricas de cemento son conocedores de la obligación de emplear los EPI's en cualquier trabajo que se vaya a realizar. Por ello, la no utilización de los equipos puede ser debido a un problema de motivación. En los siguientes casos prácticos se proponen medidas para atajar esta dinámica.

En las reparaciones de hornos y enfriadores se llevan a cabo gran cantidad de labores entre las que destacan:

- Picado, encofrado, hormigonado y gunitado.
- Limpieza de macizos y mecanismos del horno.
- Reparación del refractario.
- Limpieza y reparación de parrillas del enfriador.



Figura 17. 6. Labores de reparación en hornos y enfriadores

17.1.2. Consecuencias para la salud.

Los accidentes producidos en las reparaciones de hornos y enfriadores suelen ser muy graves ya que un buen número de tareas se realizan con altas temperaturas.

Las patologías que padecen los trabajadores, así como las partes del cuerpo afectadas, como consecuencia de los accidentes relacionados con estas labores son:

PATOLOGÍAS	PARTES DEL CUERPO AFECTADAS
Fracturas	Cráneo
Golpes	Cuello
Esguinces	Región lumbar
Torceduras	Miembros superiores e inferiores
Quemaduras	Tórax y espalda
Fallecimiento	Órganos internos



Por ello, la variabilidad de las patologías influye directamente en la duración de las bajas.

17.1.3 Marco social

El personal propio de la empresa conoce las medidas de seguridad así como los procedimientos de trabajo y está muy concienciado de que la seguridad es prioritaria.

El mayor problema radica en el incumplimiento, por parte del personal contratado, de las medidas de seguridad y procedimientos existentes para realizar las labores de mantenimiento y reparación de hornos y enfriadores.

17.1.4. Marco jurídico.

Los trabajos de reparación de hornos y enfriadores son muy variados. Desde el punto de vista legal requieren el cumplimiento de numerosos Reales Decretos.



LE AFECTAN
PRINCIPALMENTE

- Ley 31 / 1995
- RD 485 / 1997
- RD 486 / 1997
- RD 487 / 1997
- RD 773 / 1997
- RD 1215 / 1997
- RD 1627 / 1997
- RD 614 / 2001
- RD 2177 / 2004
- ...

17.2. Riesgos teóricos asociados al caso.

Tanto los trabajadores propios como los contratados se encuentran sometidos a una serie de riesgos cuando van a realizar labores de reparación o mantenimiento en hornos y enfriadores. Estos son:

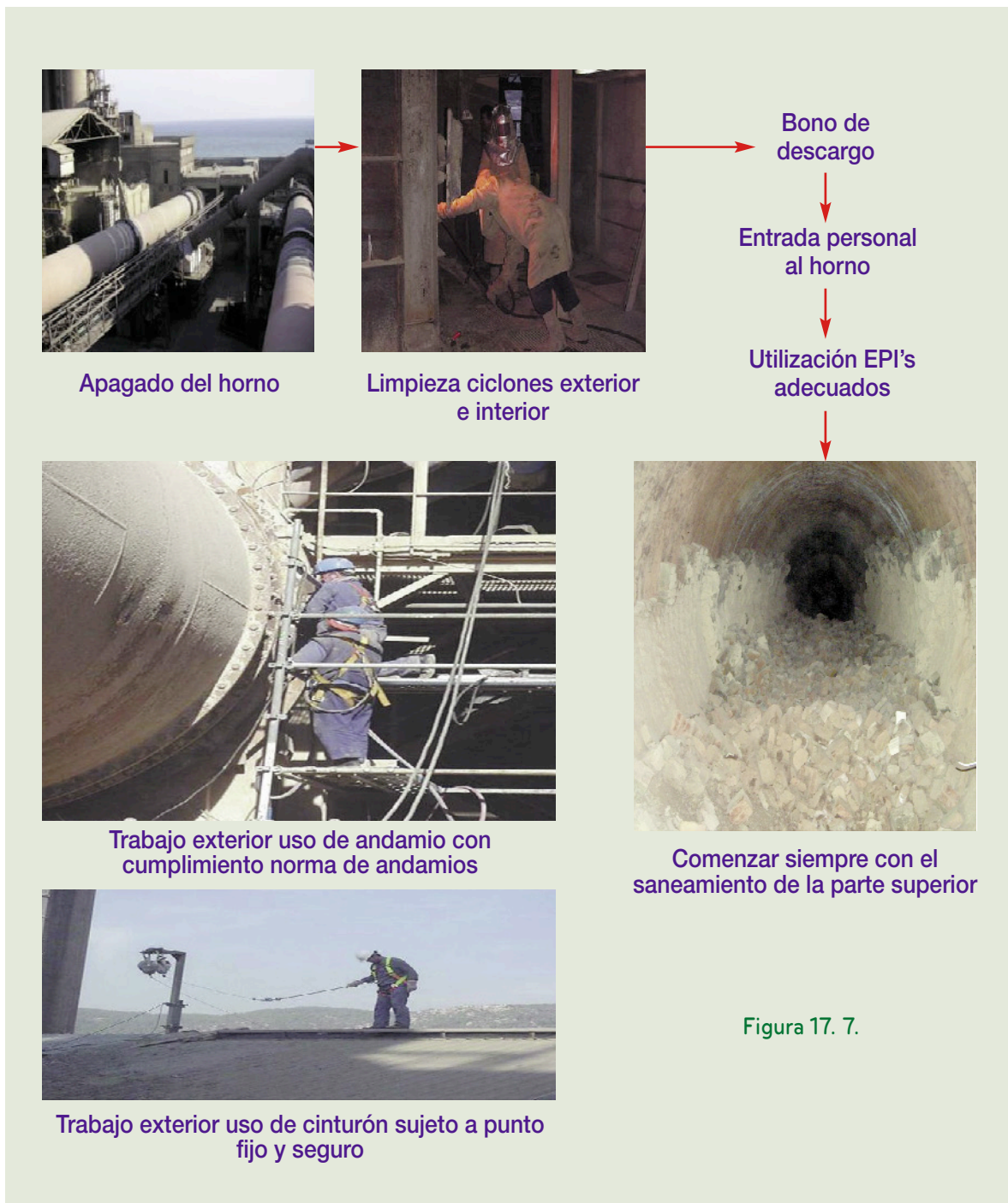
- Caída de personas a diferente nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome.
- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes/cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a radiaciones (de soldadura especialmente).
- Incendios y explosiones.
- Atropellos.
- Agentes físicos (polvo, ruido).

17.3 Alternativas y ejemplos de Buenas Prácticas

17.3.1 Alternativas planteadas

Las paradas que se efectúan para realizar labores de mantenimiento o reparación de los hornos y enfriadores se abordan sin posibilidad de alternativa. La única opción posible es la de coordinar los trabajos y elaborar un plan de seguridad que se ha de cumplir escrupulosamente.

La secuencia de los pasos a realizar a la hora de efectuar trabajos en el horno aparece reflejada en la figura 17. 7.



Durante las reparaciones de refractario se empleará únicamente el motor auxiliar. Se prohibirá la manipulación de dicho motor mientras haya personal trabajando en el interior del horno, rodillos o enfriador.

En el manejo de refractarios se emplearán los medios mecánicos disponibles para evitar sobreesfuerzos innecesarios. Se acotará la zona de vertido de escombros mediante la instalación de un balizamiento visible para evitar accidentes a la hora de desprenderse del ladrillo utilizado.

A la hora de acceder al interior del horno se empleará una plataforma que cubra la totalidad del hueco. Además, deberá resistir el peso del personal, materiales, deformaciones por temperatura o caídas, sin posibilidad de accidentes para los que trabajen en el enfriador.

A la hora de girar el horno durante las reparaciones del refractario, el hornero empleará únicamente el motor auxiliar. Asimismo, el jefe de equipo de obras colocará cuñas de madera para evitar que el peso excéntrico de los refractarios pueda girar el horno.

La secuencia de los pasos a realizar a la hora de efectuar trabajos en el enfriador aparece reflejada en la figura 17. 8.

Figura 17. 8



Apagar el quemador y quitar tensión a la trituradora con el bono de descargo



Limpiar el interior de la primera y segunda parrilla



Realizar la reparación necesaria



Gunitado

Antes de entrar en el enfriador se debe tener la conformidad del jefe de turno. Éste se habrá asegurado previamente de que todo el circuito de material del horno se encuentra limpio.

Cuando se realicen intervenciones por averías y exista material caliente sobre las parrillas deberán emplearse prendas de protección personal: gafas, guantes, casco y calzado de seguridad.

En intervenciones sobre la zona descubierta de la primera parrilla, será necesario retirar el anillo de boca o refractario siempre que amenace peligro de caer sobre el personal que intervenga. Podrá sustituirse esta precaución por una plataforma resistente y estanca que cumpla la misma finalidad.

Para entrar en la primera parrilla será imprescindible asegurarse de que no existe peligro de desprendimiento de costras de la boca del horno o torre de ciclones. En caso de que haya posibilidad de producirse desprendimientos o avalanchas, primero se limpiará y saneará hasta eliminar tal posibilidad.

17.3.2. Ejemplos de Buenas Prácticas.

En cualquier trabajo que se realice existe la obligación de emplear los equipos de protección adecuados. Dicho material será suministrado por la empresa.



Figura 17. 9. Empleo equipos de protección



Figura 17. 10. Andamios y plataforma elevadora

Para los trabajos que se realizan en altura, como es el caso de revisión de soldadura y medición de espesores, se emplearán andamios y/o plataformas elevadoras.

Con el objetivo de evitar el desplome de material caliente se comenzará siempre con la limpieza de los ciclones de la torre. Esta torre se limpiará de abajo hacia arriba, con ello se evita que el material salga por los registros y se saneará de arriba hacia abajo.



Figura 17. 11. Saneamiento del horno



Figura 17. 12. Alumbrado 24V

Se utilizará alumbrado de 24V en interiores metálicos y zonas de gunitado. Así se evita la posibilidad de electrocución. Con el fin de obtener una mayor luminosidad se usará un número oportuno de puntos de luz.

Los vehículos que intervengan en las labores de reparación y/o mantenimiento serán conducidos por personal formado y que se encuentren en posesión de un carné oficial.



Figura 17. 13. Panel informativo



Figura 17. 14. Sistemas Full Dúplex

Se emplearán medios de comunicación, información y megafonía. Se recomienda la utilización de sistemas Full Dúplex a la hora de realizar la comunicación. Este sistema consiste en radio teléfonos que permiten la comunicación de dos vías.

Para cualquier protocolo que se efectúe en máquinas se usará el bono de descargo.

17.3.3. Valoración y seguimiento.

Se efectuará diariamente una reunión de seguridad en la que se expondrán los trabajos que se van a realizar, así como las medidas de seguridad específicas para cada trabajo. Con ello se consigue una mejor coordinación de las actividades empresariales y que los representantes de todas las contratas escuchen las medidas de seguridad de todos los compañeros.

La complejidad de los trabajos que se realizan durante las reparaciones de hornos y enfriadores obliga a una vigilancia continua por parte de la empresa.

Diariamente se informará al control de acceso del personal autorizado a las instalaciones, para tener conocimiento detallado de los trabajadores que acceden a las mismas.

17.4. Ficha Resumen

Caso 7: Reparaciones de Hornos y Enfriadores

DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

Una de las reparaciones de mayor envergadura que se efectúan en una fábrica de cemento es la reparación de hornos y enfriadores.



Trabajos no habituales

En estas actuaciones se llevan a cabo gran cantidad de tareas entre las que destacan:

- Picado, encofrado, hormigonado y gunitado.
- Reparación del refractario.
- Limpieza macizos y mecanismos del horno.
- Limpieza y reparación parrillas del enfriador.



Labores de reparación en hornos y enfriadores

EJEMPLO DE BUENAS PRÁCTICAS DE SEGURIDAD Y SALUD

- En cualquier trabajo que se realice existe la obligación de emplear los equipos de protección adecuados. Dicho material será suministrado por la empresa.
- Para los trabajos que se realizan en altura se utilizarán andamios y/o plataformas elevadoras.



Empleo Equipos de protección



Andamios y plataforma elevadora

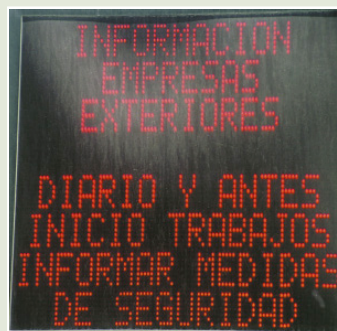
- Con el objetivo de evitar el desplome de material caliente se comenzará siempre con la limpieza de los ciclones de la torre. La torre de ciclones se limpiará de abajo hacia arriba, con ello se evita que el material salga por los registros, y se saneará de arriba hacia abajo
- Se usará alumbrado de 24V en interiores metálicos y zonas de gunitado. Así se evita la posibilidad de electrocución. Con el fin de obtener una mayor luminosidad se utilizará un número oportuno de puntos de luz.



Saneamiento del horno



Alumbrado 24V



Panel informativo

- Los vehículos que intervengan en las labores de reparación y/o mantenimiento serán conducidos por personal formado y que se encuentre en posesión de un carné oficial.
- Se emplearán medios de comunicación, información y megafonía. Se recomienda la utilización de sistemas Full Dúplex a la hora de realizar la comunicación. Este sistema consiste en radio teléfonos que permiten la comunicación de dos vías.

17.5. Ficha de Adaptación de Contenidos al Centro de Trabajo

Caso 7: Reparaciones de Hornos y Enfriadores

Nombre de empresa:

Fábrica:

Procedimiento de trabajo en la fábrica

Identificación de los principales riesgos asociados al caso en la fábrica

18. Caso 8: Seguridad de Máquinas

18.1. Introducción al caso.

18.1.1. Aspectos técnicos.

En toda empresa existe algún tipo de instalación que conlleva un riesgo más o menos importante. Cualquier fallo puede tener graves consecuencias para las personas o la propia fábrica.

En las instalaciones consideradas peligrosas encontramos diferentes hechos que pueden originar accidentes: corrosión, desgaste de las partes rotativas, fatiga de los materiales, daños y deformaciones en las partes internas, suciedad, desviaciones de las condiciones normales de la operación, errores humanos, etc. Antes de que estos aspectos afecten a la seguridad de toda la instalación y a las personas, será necesario llevar a cabo una atención y mantenimiento de la misma.

Por tanto, es de vital importancia que se implemente un programa de mantenimiento acorde a la peligrosidad de cada instalación. Se debe tener en cuenta que en una planta industrial, en la que hay instalaciones peligrosas, los trabajos de mantenimiento son más o menos peligrosos según la forma en que se efectúan.

Para que el mantenimiento sea lo más eficaz posible es muy importante disponer de la mayor cantidad de información sobre las instalaciones, equipos y lugares de trabajo. Para ello es básica la realización de distintos tipos de revisiones programadas. A continuación, se exponen brevemente algunas de ellas:

- ▲ Revisiones específicas de equipos o componentes regulados por una legislación propia: aparatos a presión, instalación eléctrica, instalaciones fijas contra incendios...
- ▲ Revisiones generales de instalaciones y lugares de trabajo: suelos, escaleras, vías y salidas de evacuación...
- ▲ Observaciones de trabajo: analizan las actuaciones inseguras de los trabajadores en la realización de sus funciones con el fin de incorporar las mejoras que se estimen oportunas.

Para que la organización del sistema de mantenimiento de la empresa sea efectivo, se ha de mantener una correcta programación, planificación y control del mantenimiento.

El “protocolo de máquinas” se aplica a las tareas de mantenimiento que se realizan en las instalaciones. Éstas pueden ser de dos tipos:

- **Mantenimiento correctivo:** efectuado a una máquina o instalación cuando la avería ya se ha producido. Se realiza para restablecer la máquina o instalación a su estado operativo habitual de servicio.
- **Mantenimiento preventivo:** consiste en programar las intervenciones o cambios de algunos componentes o piezas según intervalos predeterminados o regulares de tiempo. El objetivo de este tipo de mantenimiento es reducir la probabilidad de avería o pérdida de rendimiento de una máquina o instalación.



Figura 18. 1. Mantenimiento correctivo

Uno de los mayores problemas detectados a la hora de actuar en cualquier máquina es la falta de comunicación entre la persona que solicita la reparación (mecánico, por lo general), el personal de la sala de control y el personal de mantenimiento eléctrico. Más adelante veremos algunos ejemplos de buenas prácticas al respecto.



Figura 18. 2. Mantenimiento preventivo

18.1.2. Consecuencias para la salud.

En la reparación y mantenimiento de la maquinaria de una fábrica de cemento se realizan gran cantidad de tareas de índole muy diversa.

Las patologías que padecen los trabajadores, así como las partes del cuerpo afectadas, como consecuencia de los accidentes relacionados con la reparación de maquinaria de una fábrica de cemento aparecen reflejadas en la siguiente tabla:

PATOLOGÍAS	PARTES DEL CUERPO AFECTADAS
Fracturas	Cráneo
Quemaduras	Cuello
Amputaciones	Región lumbar
Electrocución	Miembros superiores e inferiores
Fallecimiento	Tórax y espalda
	Órganos internos

La variabilidad de las patologías padecidas por los trabajadores, como consecuencia de los accidentes relacionados con las labores de reparación y mantenimiento de la maquinaria existente en una instalación de fabricación de cemento, influye directamente en la duración de las bajas.



18.1.3. Marco social.

En las instalaciones que se han inaugurado recientemente, los trabajadores han interiorizado los procedimientos y los respetan escrupulosamente.

Por lo general, los trabajadores son conscientes de que las labores de reparación – mantenimiento de la maquinaria de la fábrica conllevan muchos riesgos sobre todo de atrapamiento y de electrocución. Ellos mismos han aportado sugerencias que han sido recogidas por los responsables de seguridad y salud y se han tenido en cuenta a la hora de elaborar los procedimientos de trabajo.

18.1.4. Marco jurídico.

Los trabajos que se realizan en la reparación – mantenimiento de maquinaria exigen el cumplimiento de la legislación general sobre seguridad y salud en el trabajo. Asimismo, y por tratarse de operaciones que, en ocasiones, se desarrollan en espacios confinados exigen el cumplimiento de una legislación específica.

- Ley 31/95
- RD 486/1997
- RD 1215/1997
- RD 485/1997
- RD 1435/92
- Directiva Maquinas modificado por RD 56/1995
- RD 1495/1986

LE AFECTAN PRINCIPALMENTE

18.2 Riesgos teóricos asociados al caso

Los riesgos principales a los que se enfrentan los trabajadores que realizan labores de reparación – mantenimiento en la maquinaria de las fábricas son los siguientes:

- Caídas de personas a distinto y al mismo nivel.
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques contra objetos móviles o inmóviles.

- Golpes por objetos o herramientas.
- Proyecciones de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos térmicos.
- Exposición a contactos eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.

18.3. Alternativas y ejemplos de Buenas Prácticas.

18.3.1. Alternativas planteadas.

Como se ha expuesto anteriormente, uno de los mayores problemas a la hora de actuar en cualquier máquina es la falta de comunicación entre la persona que solicita la reparación (mecánico por lo general), el personal de la sala de control y el personal de mantenimiento eléctrico.

Para evitar este hecho a la hora de realizar paradas en máquinas existen dos alternativas:

▲ Procedimiento de Orden de Seguridad.

▲ Procedimiento de Bloqueo.

Procedimiento de Orden de Seguridad

Es un procedimiento por el cual el trabajador que va a intervenir en una máquina o equipo de trabajo, solicita una Orden de Seguridad que será rellenada en la sala de control.

Para ello, hace uso de unas hojas con unos códigos de colores que impide la puesta en funcionamiento de cualquier máquina que esté siendo reparada por uno o varios trabajadores.



Figura 18. 3. Hoja blanca para el solicitante



Figura 18. 4. Hoja amarilla para Sala de Control

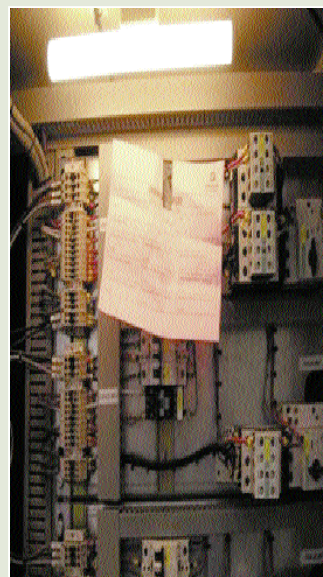
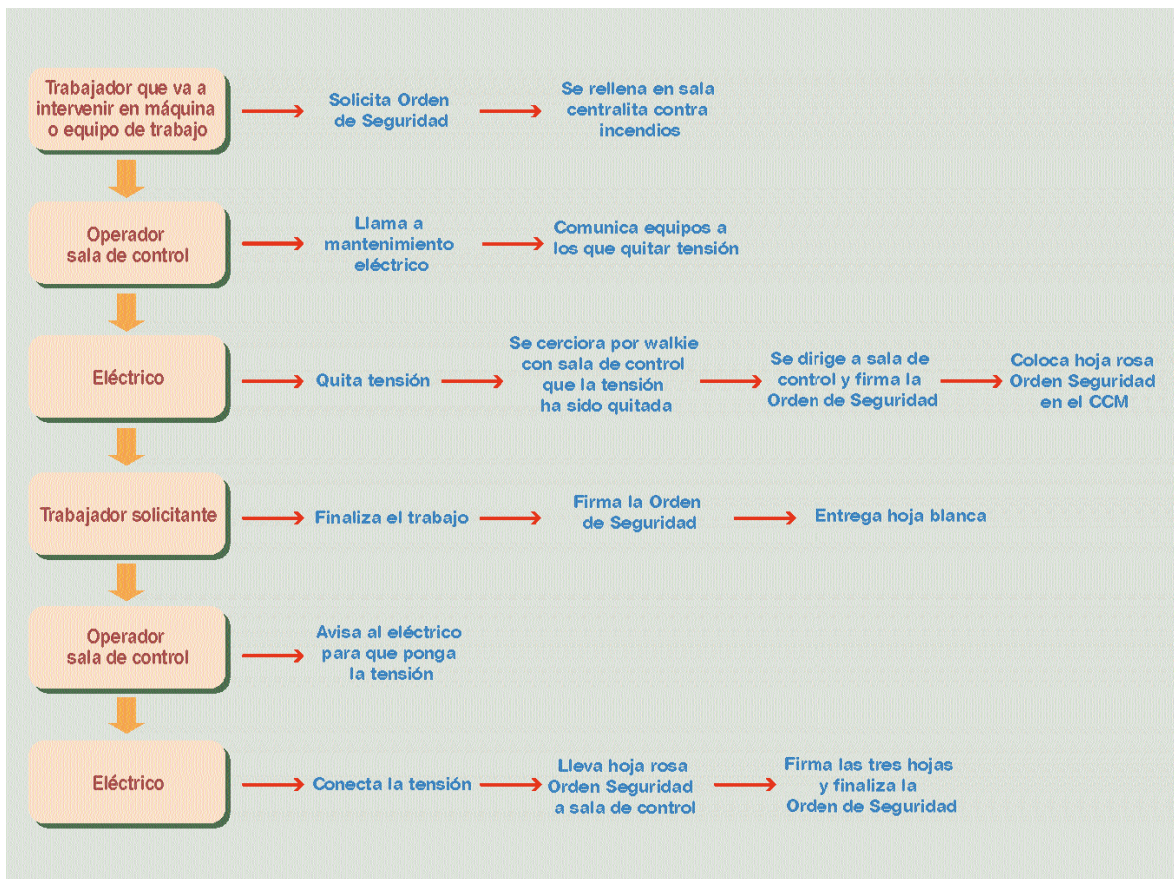


Figura 18. 5. Hoja rosa para el eléctrico, colocada en el cuadro eléctrico correspondiente



Se aplica en aquellas fábricas que no disponen de dispositivos de corte de energía a pie de máquina.

Cuando no sea posible cortar la tensión y sea necesario efectuar una reparación en la que haya peligro de desprendimiento de materiales o atrapamientos con la máquina, el procedimiento será el siguiente:

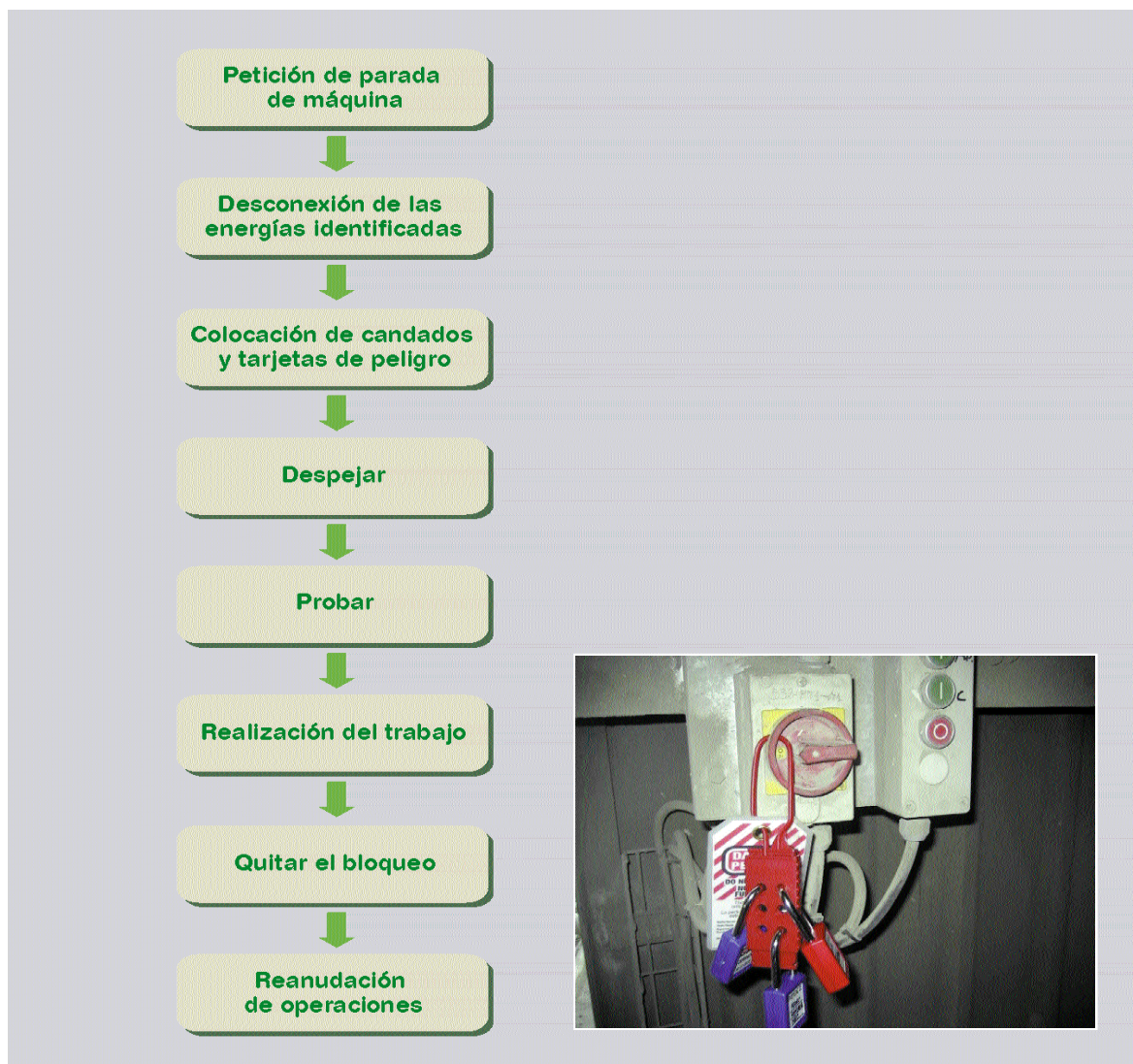
- Se buscará un medio mecánico que impida que la persona que vaya a efectuar la reparación corra peligro.
- Para la búsqueda de dicho medio mecánico se buscará al jefe del departamento al que se pertenezca.
- En ausencia del jefe de departamento se recurrirá al jefe de turno o, en su caso, a la persona que esté de guardia en el departamento correspondiente.
- No se comenzará con los trabajos hasta estar completamente seguro de que se ha cortado la tensión o adoptado las medidas de seguridad (de tipo mecánico) necesarias para la realización del mismo.

Procedimiento de Bloqueo

Es un procedimiento por el cual todas las fuentes de energía son aisladas y bloqueadas antes de intervenir sobre cualquier parte del equipo. Para realizar esta tarea se coloca un candado personal y una tarjeta informativa y se comprueba que el equipo no se puede poner en marcha.

No se trata de un enclavamiento. Un bloqueo consiste en un aislamiento de la corriente de la máquina y la colocación de un candado personal por cada trabajador que vaya a actuar sobre la máquina.

Se aplica en aquellas instalaciones que disponen de dispositivos de corte de energía a pie de máquina, conjuntamente con el procedimiento de Orden de Seguridad, ya que se ha de realizar a la sala de control una Petición de Parada de Máquina.



18.3.2. Ejemplos de Buenas Prácticas.

La primera medida que se ha de tomar es el cumplimiento riguroso de los procedimientos de Orden de Seguridad y Bloqueo.

Se empleará un código de colores tanto para las hojas del procedimiento de Orden de Seguridad como para los candados en el procedimiento de Bloqueo.

- **Candados rojos (bloqueo):** se colocan en cada uno de los puntos de bloqueo de un equipo o una máquina. Son los primeros que se ponen y los últimos que se quitan. Se usan siempre cuando hay Petición de Parada de Máquina (PPM) o bien cuando hay varios puntos de bloqueo.
- **Candados azules (personales):** el de cada persona. Intransferibles y únicos. Deben usarlos todos los trabajadores, supervisores o “visitas” que intervienen en la máquina. Sin candado personal no se puede intervenir. Al final de la jornada laboral, si la tarea continúa el día siguiente, cada persona tiene que quitar su candado. El candado personal nunca se deja colocado al terminar la jornada.
- **Candados amarillos (supervisión):** sólo sirven para cerrar las Cajas de Seguridad. Se cierran además por cada trabajador con sus candados personales. Como los candados personales deben de quitarse al final del turno, el candado de supervisión permite mantener el sistema bloqueado y traspasar si es necesario la PPM a otro turno.



Figura 18. 6. Candados de seguridad

En caso de tener varios puntos de bloqueo, cada trabajador debería de bloquear cada punto con un candado. Para limitar el número de candados personales a un solo candado se usan Cajas de Seguridad. La llave de los candados de bloqueo (candados rojos) se coloca dentro de la caja. Se usan también las Cajas de Seguridad cuando hay un bloqueo en la sala eléctrica, ya que los trabajadores no pueden acceder a estas salas.

Se colocarán tarjetas que identifican a la persona que ha realizado el bloqueo (se ponen siempre en cada candado rojo) o bien a la persona que ha cerrado la Caja de Seguridad (se ponen siempre en cada candado amarillo).



Figura 18. 7. Candado de seguridad

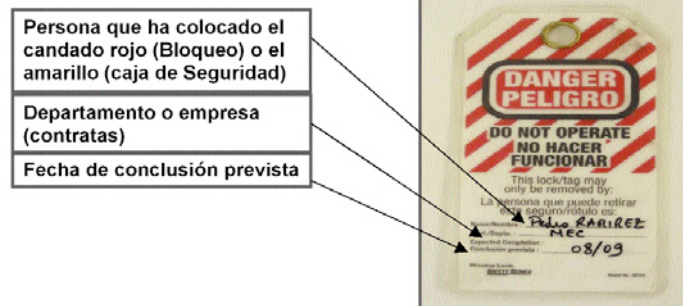


Figura 18. 8. Tarjetas de peligro

En todas las máquinas se colocarán señales de advertencia o peligro para informar a los trabajadores de los riesgos a los que se enfrentan.

Los trabajadores recibirán una formación para poder cumplir con los procedimientos de Orden de Seguridad y Bloqueo.



Figura 18. 9. Carteles de peligro

18.3.3. Valoración y seguimiento.

Los procedimientos de Orden de Seguridad y de Bloqueo se respetarán escrupulosamente.

En el caso de que se aplique el procedimiento de Orden de Seguridad se realizarán inspecciones periódicas a la sala de control y CCM. No se cortará la tensión sin el consentimiento del personal de mantenimiento eléctrico y de la sala de control. La hoja amarilla se colocará en la sala de control. Se realizará una recogida y revisión semanal, por parte del Servicio de Prevención, de las hojas blancas y de la Orden de Seguridad.

En el caso de que se aplique el procedimiento de Bloqueo se avisará siempre a la sala de control antes de parar la máquina. Se colocará siempre una pinza y una tarjeta de peligro. Cada trabajador colocará su candado personal y se quedará con su llave. Es preciso avisar a la sala de control antes de parar la máquina.

El supervisor o trabajador comprobará que no hay otras personas en la zona de peligro antes de probar el equipo por si se pusiera en marcha. Verificará que no hay riesgo si se pone en marcha la máquina. Avisará a todos los trabajadores de que se ha terminado el trabajo y que deberán quitar sus candados personales. Quitará su candado personal, su tarjeta de peligro y la pinza (una vez quitados todos los candados personales).

18.4. Ficha Resumen

Caso 8: Seguridad de Máquinas

DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

El protocolo de máquinas se aplica a las tareas de mantenimiento que se realizan en las instalaciones. Estas tareas de mantenimiento pueden ser de dos tipos:

- **Mantenimiento correctivo:** efectuado a una máquina o instalación cuando la avería ya se ha producido. Se realiza para restablecer la máquina o instalación a su estado operativo habitual de servicio.



Mantenimiento correctivo

- **Mantenimiento preventivo:** consiste en programar las intervenciones o cambios de algunos componentes o piezas según intervalos predeterminados o regulares de tiempo. El objetivo de este tipo de mantenimiento es reducir la probabilidad de avería o pérdida de rendimiento de una máquina o instalación.



Mantenimiento preventivo

EJEMPLO DE BUENAS PRÁCTICAS DE SEGURIDAD Y SALUD

- Cumplimiento riguroso de los procedimientos de Orden de Seguridad y Bloqueo.
- Uso de un código de colores, tanto para las hojas del procedimiento de Orden de Seguridad, como para los candados en el procedimiento de Bloqueo.
 - Candados rojos (bloqueo): se colocan en cada uno de los puntos de bloqueo de un equipo o una máquina. Son los primeros que se ponen y los últimos que se quitan. Se usan siempre cuando hay Petición de Parada de Máquina (PPM) o bien cuando hay varios puntos de bloqueo.
 - Candados azules (personales): el de cada persona. Intransferibles y únicos. Deben usarlos todos los trabajadores, supervisores o “visitas” que intervienen en la máquina. Sin candado personal no se puede intervenir. Al final de la jornada laboral, mismo si la tarea continúa el día siguiente, cada persona tiene que quitar su candado. El candado personal nunca se deja colocado al terminar la jornada.
 - Candados amarillos (supervisión): solo sirven para cerrar las Cajas de Seguridad. Se cierran además por cada trabajador con sus candados personales. Como los candados personales deben de quitarse al final del turno, el candado de supervisión permite mantener el sistema bloqueado y traspasar si necesario la PPM a otro turno.
- En caso de tener varios puntos de bloqueo, cada trabajador debe bloquear cada punto con un candado. Para limitar el número de candados personales a un solo candado se usan Cajas de Seguridad. La llave de los candados de bloqueo (candados rojos) se coloca dentro de la caja. Se usan también las Cajas de Seguridad cuando hay un bloqueo en la sala eléctrica ya que los trabajadores no pueden acceder a estas salas.
- Empleo de tarjetas que identifiquen a la persona que ha realizado el bloqueo (se ponen siempre en cada candado rojo) o bien a la persona que ha cerrado la Caja de Seguridad (se ponen siempre en cada candado amarillo).
- En todas las máquinas se deben colocar señales de advertencia o peligro para informar a los trabajadores de los riesgos a los que se enfrentan.

18.5. Ficha de Adaptación de Contenidos al Centro de Trabajo

Caso 8: Seguridad de Máquinas

Nombre de empresa:

Fábrica:

Procedimiento de trabajo en la fábrica

Identificación de los principales riesgos asociados al caso en la fábrica

